



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 1月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-020163

[ST.10/C]:

[JP2003-020163]

出 願 人

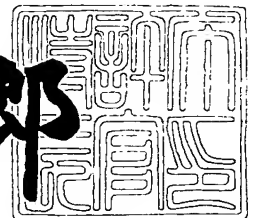
Applicant(s):

日新電機株式会社

2003年 5月13日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3035362

【書類名】 特許願

【整理番号】 K2020190

【提出日】 平成15年 1月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/205
C23C 16/00

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畝町 4 7 番地 日新電機株式
 会社内

 【氏名】 鞍谷 直人

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畝町 4 7 番地 日新電機株式
 会社内

 【氏名】 桐村 浩哉

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畝町 4 7 番地 日新電機株式
 会社内

 【氏名】 久保田 清

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畝町 4 7 番地 日新電機株式
 会社内

 【氏名】 小野田 正敏

【特許出願人】

 【識別番号】 000003942

 【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畝町 4 7 番地

 【氏名又は名称】 日新電機株式会社

 【代表者】 位▲高▼ 光司

【代理人】

 【識別番号】 100074125

【住所又は居所】 大阪府大阪市北区南森町2丁目2番7号 シティ・コー
ポ南森町604 谷川特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷川 昌夫

【電話番号】 06(6361)0887

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-274199

【出願日】 平成14年 9月20日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001731

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9807052

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 薄膜形成装置及び方法
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排気装置により排気減圧可能の真空容器内へガス供給装置から供給される膜形成用ガスに電力印加装置から電力を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマのもとで該真空容器内に配置した被膜形成物品上に薄膜を形成する薄膜形成装置であり、前記ガス供給装置は前記真空容器内に配置される被膜形成物品の膜形成対象面に対向するガス噴出用面部を有するガス噴出用部材を有しており、前記電力印加装置は前記真空容器内に設置された電力印加用電極を有しており、前記ガス噴出用部材はそのガス噴出用面部に分散形成された複数のガス噴出孔を有しており、前記電力印加用電極は前記被膜形成物品とこれに対向する前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部間の空間を囲む周囲領域に設置されていることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項 2】

前記排気装置は前記ガス噴出用部材の周縁部に隣り合う領域から排気を行う請求項 1 記載の薄膜形成装置。

【請求項 3】

前記ガス噴出用部材の前記ガス噴出用面部における前記ガス噴出孔の分布密度及び開口面積は、前記ガス噴出用面部におけるガス噴出量が該ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて増加又は減少するように定めてある請求項 1 又は 2 記載の薄膜形成装置。

【請求項 4】

請求項 1、2 又は 3 記載の薄膜形成装置を用いて被膜形成物品上に薄膜を形成する方法であり、前記空間における膜形成時のガス圧を $10^{-2} \text{ Pa} \sim 10 \text{ Pa}$ に維持して膜形成する薄膜形成方法。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 記載の薄膜形成装置を用いて被膜形成物品上に薄膜を形成する方法であり、前記膜形成用ガスとして少なくともシラン (SiH_4) ガス及び水

素 (H_2) ガスを用い、前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部として前記ガス噴出孔の分布密度及び開口面積を、該ガス噴出用面部におけるガス噴出量が該ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて増加するように定めてあるものを採用し、前記空間における膜形成時のガス圧を $10^{-2} \text{Pa} \sim 10 \text{Pa}$ に維持して被膜形成物品上に結晶性シリコン膜を形成する薄膜形成方法。

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 記載の薄膜形成装置を用いて被膜形成物品上に薄膜を形成する方法であり、前記膜形成用ガスとして少なくともシラン (SiH_4) ガス及び酸素 (O_2) ガスを用い、前記ガス供給装置として該両ガスを互いに分離した状態で前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部に導くものを用い、前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部として前記ガス噴出孔の分布密度及び開口面積を、該ガス噴出用面部におけるガス噴出量が該ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて減少するように定めてあるものを採用し、前記空間における膜形成時のガス圧を $10^{-2} \text{Pa} \sim 10 \text{Pa}$ に維持して被膜形成物品上に酸化シリコン膜を形成する薄膜形成方法。

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 記載の薄膜形成装置を用いて被膜形成物品上に薄膜を形成する方法であり、前記膜形成用ガスとして少なくともシラン (SiH_4) ガス及びアンモニア (NH_3) ガスを用い、前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部として前記ガス噴出孔の分布密度及び開口面積を、該ガス噴出用面部におけるガス噴出量が該ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて減少するように定めてあるものを採用し、前記空間における膜形成時のガス圧を $10^{-2} \text{Pa} \sim 10 \text{Pa}$ に維持して被膜形成物品上に窒化シリコン膜を形成する薄膜形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は被膜形成物品上に薄膜を形成する装置及び方法に関する。さらに言えば、例えば、表示装置における各画素に設けられる TFT (薄膜トランジスター) 提供のための結晶性シリコン膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等の薄膜や

、太陽電池等に用いられるシリコン系薄膜等の薄膜を基板上に形成することに利用できる薄膜形成装置及び方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

被膜形成物品上に薄膜を形成する方法としてプラズマ C V D 法が広く知られており、該プラズマ C V D 法を実施する装置として容量結合型の平行平板型のプラズマ C V D 装置が広く知られている。

【 0 0 0 3 】

プラズマ C V D 装置は、排気装置により排気減圧可能の真空容器内へガス供給装置から供給される膜形成用ガスに電力印加装置（通常、高周波電力印加装置）から電力を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマのもとで該真空容器内に配置した被膜形成物品上に薄膜を形成するものである。

【 0 0 0 4 】

平行平板型プラズマ C V D 装置の場合、電源に接続された平板型の電力印加用電極と被膜形成物品を支持する平板型の対向電極（通常接地電極）が真空容器内に配置され、これら両電極間に導入される膜形成用ガスが両電極間に投入される電力によりプラズマ化され、該プラズマのもとで物品上に薄膜が形成される。

【 0 0 0 5 】

かかる平行平板型プラズマ C V D 装置の中には、例えば特開平 6 - 2 9 1 0 5 4 号公報に開示されているように、被膜形成物品における膜形成対象面の面積が大きい場合でも該面全体にわたりできるだけ均一な膜を形成できるように、物品を支持しない方の電力印加用電極を多数のガス噴出孔を分散形成したプレート状の電極としたものもある。

【 0 0 0 6 】

また、特開平 1 - 2 1 6 5 2 3 号公報は、平行平板型プラズマ C V D 装置により高品質の非晶質の半導体膜を形成するために、膜堆積を行う基板又はその近傍に、プラズマ分解により生じた電子及びイオン粒子のどちらにも運動エネルギーを与えることが可能な周波数の交流電界または周期パルス電界を印加することを開示している。

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開平 6 - 2 9 1 0 5 4 号公報

【特許文献 2】特開平 1 - 2 1 6 5 2 3 号公報

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、平行平板型プラズマ C V D 装置の場合、高速で膜形成するにはプラズマ密度を高める必要がある。プラズマ密度を高める方法としては、ガスプラズマ化のための印加電力を大きくすることが挙げられる。

【 0 0 0 9 】

しかし、印加電力を大きくすると、プラズマ電位の増大を引き起こすことになり、プラズマ電位が高くなると、プラズマ中の荷電粒子が高速で被膜形成物品面に衝突し、形成される膜と物品との界面に欠陥が生じ、膜特性が劣化する。

【 0 0 1 0 】

このように膜形成速度と膜品質の向上とを両立させることは困難である。

【 0 0 1 1 】

前記特開平 1 - 2 1 6 5 2 3 号公報はこのような問題を解決しようとするものであるが、実用には至っていない。

【 0 0 1 2 】

また、真空容器内でプラズマを維持するには、真空容器内のガス圧はある程度高くしなければならない。しかし、ガス圧が高いとガスのプラズマ化が十分進まず、分解されないガスが残ることになり、プラズマ密度を十分に高めることが困難である。プラズマ密度が十分でないと良質の膜を形成することができない。この問題を解決しようとして、ガスプラズマ化のための印加電力を大きくすると、前記のような問題が発生する。

【 0 0 1 3 】

そこで本発明は、排気装置により排気減圧可能な真空容器内へガス供給装置から供給される膜形成用ガスに電力印加装置から電力を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマのもとで該真空容器内に配置した被膜形成物品上に薄膜を形成する薄膜形成装置であって、プラズマ電位の増大を招かないでプラズマ密度を向

上させて高速で良質の薄膜を形成できる薄膜形成装置及び該装置を用いてプラズマ電位の増大を招かないでプラズマ密度を向上させて高速で良質の薄膜を形成する薄膜形成方法を提供することを課題とする。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明者はかかる課題を解決するため研究を重ねたところ、ガス供給装置として、被膜形成物品の膜形成対象面に対向する、複数のガス噴出孔を分散形成したガス噴出用面部を有するガス噴出用部材を採用し、さらに特に、電力印加装置として、被膜形成物品とこれに対向する前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部間の空間を囲む周囲領域から該空間に対向するように設置した電力印加用電極を採用し、この電極に電源から電力を投入すれば、該空間におけるガス圧を低くしても、従来の平行平板型プラズマ C V D 装置のように投入電力を著しく大きくしないでプラズマを維持でき、すなわち、プラズマ電位が高くなることを抑制して高密度プラズマを生成することができ、これらにより高速で良質な薄膜を形成できることを見いだした。

【 0 0 1 5 】

本発明はかかる知見に基づき、排気装置により排気減圧可能の真空容器内へガス供給装置から供給される膜形成用ガスに電力印加装置から電力を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマのもとで該真空容器内に配置した被膜形成物品上に薄膜を形成する薄膜形成装置であり、前記ガス供給装置は前記真空容器内に配置される被膜形成物品の膜形成対象面に対向するガス噴出用面部を有するガス噴出用部材を有しており、前記電力印加装置は前記真空容器内に設置された電力印加用電極を有しており、前記ガス噴出用部材はそのガス噴出用面部に分散形成された複数のガス噴出孔を有しており、前記電力印加用電極は前記被膜形成物品（前記真空容器内に配置される被膜形成物品）とこれに対向する前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部間の空間を囲む周囲領域に設置されていることを特徴とする薄膜形成装置及び該装置を利用する薄膜形成方法を提供するものである。

なお、被膜形成物品は、例えば、前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部に対向するように前記真空容器に付設された支持部材に配置すればよい。

【 0 0 1 6 】

本発明の薄膜形成方法では、前記空間における膜形成時のガス圧を 10^{-2} Pa
 ～ 1 0 Pa に維持して膜形成できる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の態様】

以下本発明の実施の態様を図面を参照して説明する。

【 0 0 1 8 】

図 1 は本発明に係る薄膜形成装置（プラズマ C V D 装置）の 1 例の構成を概略的に示す図である。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示す薄膜形成装置は、真空容器 1 を備えている。真空容器 1 にはガス供給装置 2、排気装置 3 及び電力印加装置 4 並びに被膜形成物品を支持する支持部材 5 が付設されている。

【 0 0 2 0 】

ガス供給装置 2 は、図示の例では、真空容器 1 内の上部空間に設置されたガス噴出用部材 2 1 と、これに膜形成用ガスを供給するガス供給部 2 2 を含んでいる。

【 0 0 2 1 】

ガス供給部 2 2 は図示を省略した複数の膜形成用ガス源、該ガス源からのガス供給量を調整する流量調整弁、該ガス源からのガス供給の許可及び断絶を行う開閉弁等を含んでおり、図示の例では 2 系統のガス導入管 2 3、2 4 を用いてガス噴出用部材 2 1 へガスを供給できるようになっている。

【 0 0 2 2 】

支持部材 5 は、図示の例では真空容器 1 内の部材 2 1 下方のスペースに配置されており、膜形成時には所定の空間 S P をおいてガス噴出用部材 2 1 に対向できる。支持部材 5 はヒータ 5 1 を内蔵しており、被膜形成物品（ここでは T F T 等形成用の基板）S の着脱のために往復駆動装置（本例ではピストンシリンダ装置）5 2 により昇降でき、上昇により、リング状部材 5 3 に気密に当接できる。リング状部材 5 3 は真空容器 1 の内周壁に気密に取り付けられている。支持部材 5

は真空容器等を介して接地されている。

【 0 0 2 3 】

ガス噴出用部材 2 1 はガス噴出用面部 2 1 0 含む部材 2 1 1 と該部材 2 1 1 をガス噴出用面部とは反対側から気密に覆うカバー部材 2 1 2 とを有しており、全体は、それには限定されないが、ここではプレート状のものである。

【 0 0 2 4 】

ガス噴出用面部 2 1 0 は支持部材 5 上に載置される基板 S の膜形成対象面にそれと平行状に対向する。ガス噴出用面部 2 1 0 は多数の分散形成されたガス噴出孔 2 1 0 a を有しており、これら孔 2 1 0 a は部材 2 1 1 内に形成したガス分散用空間部 2 1 1 S に連通している。部材 2 1 1 にはガス案内管 2 1 1 a が接続されており、空間部 2 1 1 S はこのガス案内管 2 1 1 a を介して前記一方のガス導入管 2 3 に連通している。

【 0 0 2 5 】

また、ガス噴出用面部 2 1 0 は多数の分散形成されたガス噴出孔 2 1 0 b も有しており、これら孔 2 1 0 b は部材 2 1 1 を貫通して前記カバー部材 2 1 2 に覆われた空間部 2 1 2 S に連通しており、該空間部においてそこに配置されたガス分散用パイプ 2 1 3 に連通している。該パイプ 2 1 3 はカバー部材 2 1 2 に接続された中空のガス案内部材 2 1 2 ' に接続されており、該ガス案内部材 2 1 2 ' 内に挿入されたガス案内管 2 1 2 a を介して前記他方のガス導入管 2 4 に連通している。パイプ 2 1 3 は平面から見ると図 2 に示すようにカバー部材 2 1 2 で覆われた空間部 2 1 2 S の 4 隅に向けてガスを放出できるように配置されている。

【 0 0 2 6 】

前記ガス案内管 2 1 1 a はガス案内部材 2 1 2 ' を貫通している。ガス案内部材 2 1 2 ' は真空容器 1 の天井壁を貫通しており、且つ、これに気密に接続されている。ガス噴出用部材 2 1 は、その周縁部に隣り合う領域に排気のための空間部を略均一配置で残すようにして真空容器 1 内に架設されている。さらに説明すると、図 1 に示す例では、真空容器 1 の側周壁の内面とガス噴出用部材 2 1 におけるガス噴出用面部 2 1 0 を有する部材 2 1 1 の側周面との間に部材 2 1 を架設支持するための支持部材 2 0 0 が渡し設けられている。この構造によりガス噴出

用部材 2 1 の周縁部に隣り合う領域に排気のための空間部が略均一配置で残されている。支持部材 2 0 0 には複数の排気孔 2 0 1 が略等間隔に形成されている。

【 0 0 2 7 】

真空容器 1 にはガス噴出用部材 2 1 の周縁部に隣り合う領域から排気を行うための排気路 3 1 が付設されており、該排気路 3 1 は排気装置 3 に接続されている。排気は前記の支持部材 2 0 0 における複数の排気孔 2 0 1 及びガス噴出用部材 2 1 の周囲空間を介して排気路 3 1 から排気装置 3 へと行われる。

なお、支持部材 2 0 0 に代えて例えばガス噴出用部材 2 1 から放射状に突設される部材等を採用してもよい。この場合、かかる放射状突設部材等の隙間を排気に利用することができる。

【 0 0 2 8 】

排気装置 3 はガス噴出用部材 2 1 と膜形成位置に配置された基板 S 間の空間 S P を 10^{-2} Pa ~ 10 Pa のガス圧まで排気減圧できるターボ分子ポンプを含むものである。ターボ分子ポンプを用いることで空間 S P のガス圧を、必要に応じ、 10^{-2} Pa 程度までも低圧にすることができる。なお、排気装置はターボ分子ポンプを利用したものに限定されない。十分な減圧を行えるものであればよい。

【 0 0 2 9 】

電力印加装置 4 は、本例では図 2 に示すように 4 枚の電力印加用電極 4 1 とそのそれぞれに接続された高周波電源 4 2 とを含んでいる。各電極 4 1 は平面から見ると、図 2 に示すように板体を山形に折り曲げた形態の電極であり、前記空間 S P を囲むように全体として平面視（平面から見て）四角形状に配置されている。各電極 4 1 は絶縁性部材を介して真空容器 1 内面にそれから若干離れた状態で取り付けられている。高周波電源 4 2 は対応する電極 4 1 に所定周波数の高周波電力を同期印加することができる。なお、電力印加用電極は電極 4 1 のようなものであれ、後述するような他のタイプのものであれ、真空容器 1 の内面に絶縁性部材を介して設けることができる。

【 0 0 3 0 】

高周波電源 4 2 は、それには限定されないが、周波数が高いもの、例えば 60 MHz とかのように高いものの方がプラズマ電位を下げるためには望ましい。

【 0 0 3 1 】

次に、以上説明した薄膜形成装置による薄膜形成方法について説明する。

【 0 0 3 2 】

先ず支持部材 5 を下降させ、これに被膜形成基板 S を載置し、支持部材 5 を基板 S とともに膜形成位置へ上昇させ、支持部材 5 の周辺部を真空容器内に架設されたリング状部材 5 3 に気密に当接させる。基板 S は必要に応じヒータ 5 1 で所定膜形成温度に加熱する。

【 0 0 3 3 】

次いで真空容器 1 内を排気装置 3 で排気して減圧し、ガス供給装置 2 によりガス噴出用部材 2 1 と基板 S 間の空間 S P に所定の膜形成用ガスを導入する。

【 0 0 3 4 】

各高周波電源 4 2 から対応する電力印加用電極 4 1 へ高周波電力を印加し、導入したガスをプラズマ化し、この間、空間 S P のガス圧を排気装置 3 により 10^{-2} Pa ~ 10 Pa 程度の範囲に維持する。かくして、基板 S 上に薄膜が形成される。空間 S P のガス圧は形成する膜種等によっては 10^{-2} Pa ~ 数 Pa 程度でもよい場合もある。

【 0 0 3 5 】

この膜形成においては、膜形成用ガスがガス噴出部材 2 1 から基板 S に全体的に供給されるので、それだけ膜厚均一に膜形成できる。また、空間 S P のガス圧を 10^{-2} Pa ~ 10 Pa 程度に低くして膜形成できるので、それだけ均一な膜厚の膜を形成しやすい。

【 0 0 3 6 】

また、この薄膜形成においては、ガスプラズマ化のための電力が従来の平行平板型プラズマ C V D 装置の場合と同様の大きさのものであるとすれば、従来よりプラズマ電位が低く抑制される。

【 0 0 3 7 】

このようにプラズマ電位が高くなることが抑制される状態で、高密度プラズマのもとで膜形成されるので、高速で良質の薄膜を形成することができる。

【 0 0 3 8 】

空間 S P のガス圧を低くできるので、それだけ膜中への不純物の混入を抑制できるという点でも良質の膜形成が可能である。

【 0 0 3 9 】

以上説明した薄膜形成装置においては、ガス噴出用部材 2 1 のガス噴出用面部 2 1 0 におけるガス噴出孔 2 1 0 a、2 1 0 b の数（分布密度）及び各孔の開口面積は面部 2 1 0 の全体にわたり略均一であるが、かかるガス噴出孔の分布密度又は（及び）孔開口面積は、形成しようとする膜種や用いるガス種等に応じてガス噴出用面部 2 1 0 における周辺領域から中央領域に向けてガス噴出量が増加又は減少するように定めてもよい。これによりガス濃度に傾斜をつけることで、膜厚均一性がさらに向上することがある。ガス噴出量がガス噴出用面部 2 1 0 における周辺領域から中央領域に向けての増加又は減少は、連続的な増加又は減少でも、段階的な増加又は減少でも、或いはこれらの組み合わせでもよい。

【 0 0 4 0 】

例えば、シラン（ SiH_4 ）ガス及び水素（ H_2 ）ガスを用いてシリコン膜を形成するときには、ガス噴出量がガス噴出用面部における中央領域から周辺領域に向けて減少している方が、換言すれば、ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて増加している方が一層膜厚均一性はよくなる。

【 0 0 4 1 】

また、シラン（ SiH_4 ）ガス及び酸素（ O_2 ）ガスを用いて酸化シリコン膜を形成するときには、ガス噴出量がガス噴出面部における中央領域から周辺領域に向けて増加している方が、換言すれば、ガス噴出面部における周辺領域から中央領域に向けて減少している方が一層膜厚均一性はよくなる。

【 0 0 4 2 】

シラン（ SiH_4 ）ガス及びアンモニア（ NH_3 ）ガスを用いて窒化シリコン膜を形成するときは、ガス噴出量がガス噴出面部における中央領域から周辺領域に向けて増加している方が、換言すれば、ガス噴出面部における周辺領域から中央領域に向けて減少している方が一層膜厚均一性はよくなる。

【 0 0 4 3 】

前記薄膜形成装置においては、複数種の膜形成用ガスを複数系統のガス導入管

を用いて導入できるが、支障なければ、一系統のガス導入管（図 1 の例では管 2 3 又は 2 4）を用いて導入してもよい。予め混合した状態で供給しても差し支えないガスについては、そうしてもよい。

【 0 0 4 4 】

例えば、シラン（ SiH_4 ）ガス及び水素（ H_2 ）ガスを用いてシリコン膜を形成するときや、シラン（ SiH_4 ）ガス及びアンモニア（ NH_3 ）ガスを用いて窒化シリコン膜を形成するときには、これらガスは別々に供給しても、混合して供給してもよい。シラン（ SiH_4 ）ガス及び酸素（ O_2 ）ガスを用いて酸化シリコン膜を形成するときには、これらを予め混合すると酸化シリコンのパーティクルが形成されやすいので、別々に供給する方が好ましい。

【 0 0 4 5 】

これらシリコン膜、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜の形成においては基板 S を $200^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$ 程度に加熱すれば、円滑に膜形成できる。

【 0 0 4 6 】

前記空間 S P のガス圧については、これら膜のうちシリコン膜形成においては $10^{-2}\text{Pa} \sim 10\text{Pa}$ 程度、より好ましくは $0.2\text{Pa} \sim 2\text{Pa}$ 程度、酸化シリコン膜形成においては $10^{-2}\text{Pa} \sim 10\text{Pa}$ 程度、より好ましくは $1\text{Pa} \sim 10\text{Pa}$ 程度、窒化シリコン膜形成においては $10^{-2}\text{Pa} \sim 10\text{Pa}$ 程度、より好ましくは $1\text{Pa} \sim 10\text{Pa}$ 程度を例示できる。

【 0 0 4 7 】

前記薄膜形成装置においては 2 種類のガスを導入するようにしているが、形成しようとする膜種に応じて 3 種類以上のガスを導入できるようにしてもよい。

【 0 0 4 8 】

前記薄膜形成装置においては、電力印加用電極として 4 枚の電極 4 1 を採用したが、高周波を導入する電極はこれに限定されるものではない。

【 0 0 4 9 】

電力印加用電極は 1 枚もの（筒状の 1 枚もの）でもよいし、前記のように複数に分割されたものでもよい。分割されたものの場合、前記空間 S P を全て又は略全て取り囲むように配置されてもよいし、空間 S P に部分的に対向するように配

置されてもよい。

【 0 0 5 0 】

また、電力印加用電極が複数に分割されている場合において、前記のように複数の高周波電源を採用する場合、プラズマ種によっては前記空間 S P の中央部と周辺部でプラズマ密度が変わる場合があるので、そのような場合に備えて、高周波電源としてパルス変調高周波電力を印加できるものを採用して均一なプラズマを得るようにしてもよい。かかるパルス変調の周波数として 1 K H z ~ 3 0 0 K H z 程度を例示できる。

【 0 0 5 1 】

次に図 1 に示すタイプの薄膜形成装置を用いて膜形成した実験例を比較実験例とともに説明する。いずれの実験においても、プレート状のガス噴出用部材 2 1 としてサイズ 7 0 0 m m × 8 4 0 m m のものを用い、接地電極を兼ねる支持部材 5 はサイズ 6 5 0 m m × 7 8 0 m m のものを用いた。部材 2 1 と膜形成位置の被膜形成物品との距離は略 1 5 0 m m とした。但し、複数種類のガスの導入については実験に応じて予め混合して 1 系統の導入管から導入した場合と、図 1 に示すように 2 系統の導入管から別々に導入した場合とがある。

【 0 0 5 2 】

実験例 1 の 1 (シリコン膜の形成)

被成膜物品：無アルカリガラス板 (サイズ 6 0 0 m m × 7 2 0 m m)

使用ガス：S i H₄ 1 0 0 s c c m

H₂ 1 5 0 s c c m

1 系統導入管で導入 (図 1 の導入管 2 3)

部材 2 1 のガス噴出孔 2 1 0 a : 内径 0 . 7 m m

部材 2 1 のガス噴出孔分布密度：全体に均一に 0 . 1 個 / c m²

プラズマ励起用電力：6 0 M H z の高周波電力

電極 4 1 で空間 S P 周囲から導入

空間 S P のガス圧：0 . 7 P a

膜形成温度：4 0 0 °C

形成膜厚：5 0 n m (膜形成速度 1 0 n m / 分)

【 0 0 5 3 】

実験例 1 の 2 (シリコン膜の形成)

部材 2 1 のガス噴出孔分布密度を中央部 0. 1 個 / cm^2 とし、周辺部へ向かって次第に減少させ、周辺部では 0. 0 7 個 / cm^2 とした以外は実験例 1 の 1 と同様にしてシリコン膜を形成した。

【 0 0 5 4 】

比較実験例 1 (シリコン膜の形成)

被成膜物品：無アルカリガラス板 (サイズ 6 0 0 mm × 7 2 0 mm)

使用ガス：SiH₄ 1 0 0 s c c m

H₂ 1 5 0 s c c m

1 系統導入管で導入 (図 1 の導入管 2 3)

部材 2 1 のガス噴出孔 2 1 0 a : 内径 0. 7 mm

部材 2 1 のガス噴出孔分布密度：全体に均一に 0. 1 個 / cm^2

プラズマ励起用電力：6 0 MHz の高周波電力

ガス噴出用部材 2 1 から導入

空間 S P のガス圧：2 5 Pa

膜形成温度：4 0 0 °C

形成膜厚：5 0 nm (膜形成速度 1 0 nm / 分)

【 0 0 5 5 】

実験例 2 の 1 (シリコン酸化膜の形成)

被成膜物品：N 型シリコンウエハー (サイズ 直径 4 インチ)

使用ガス：SiH₄ 3 0 0 s c c m 導入管 2 3 から導入

O₂ 1 0 0 0 s c c m 導入管 2 4 から導入

部材 2 1 の SiH₄ 噴出孔 2 1 0 a : 内径 0. 7 mm

部材 2 1 の O₂ 噴出孔 2 1 0 b : 内径 1. 4 mm

部材 2 1 のガス噴出孔分布密度：SiH₄ 噴出孔、O₂ 噴出孔のいずれについても全体に均一に 0. 1 個 / cm^2

プラズマ励起用電力：6 0 MHz の高周波電力

電極 4 1 で空間 S P 周囲から導入

空間 S P のガス圧：2. 5 P a

膜形成温度：4 0 0 ℃

形成膜厚：1 0 0 n m（膜形成速度 1 0 0 n m / 分）

【0 0 5 6】

比較実験例 2（シリコン酸化膜の形成）

被成膜物品：N 型シリコンウェハー（サイズ 直径 4 インチ）

使用ガス：S i H₄ 3 0 0 s c c m 導入管 2 3 から導入

O₂ 1 0 0 0 s c c m 導入管 2 4 から導入

部材 2 1 の S i H₄ 噴出孔 2 1 0 a：内径 0. 7 m m

部材 2 1 の O₂ 噴出孔 2 1 0 b：内径 1. 4 m m

部材 2 1 のガス噴出孔分布密度：S i H₄ 噴出孔、O₂ 噴出孔のいずれも
0. 1 個 / c m² で全体に均一

プラズマ励起用電力：6 0 M H z の高周波電力

ガス噴出用部材 2 1 から導入

空間 S P のガス圧：3 0 P a

膜形成温度：4 0 0 ℃

形成膜厚：1 0 0 n m（膜形成速度 1 0 0 n m / 分）

【0 0 5 7】

実験例 2 の 2（シリコン酸化膜の形成）

被成膜物品：無アルカリガラス板（サイズ 6 0 0 m m × 7 2 0 m m）

使用ガス：S i H₄ 3 0 0 s c c m 導入管 2 3 から導入

O₂ 1 0 0 0 s c c m 導入管 2 4 から導入

部材 2 1 の S i H₄ 噴出孔 2 1 0 a：内径 0. 7 m m

部材 2 1 の O₂ 噴出孔 2 1 0 b：内径 1. 4 m m

部材 2 1 のガス噴出孔分布密度：S i H₄ 噴出孔、O₂ 噴出孔のいずれについ
ても全体に均一に 0. 1 個 / c m²

プラズマ励起用電力：6 0 M H z の高周波電力

電極 4 1 で空間 S P 周囲から導入

空間 S P のガス圧：2. 5 P a

膜形成温度：4 0 0℃

形成膜厚：1 0 0 n m（膜形成速度 1 0 0 n m／分）

【0 0 5 8】

実験例 2 の 3（シリコン酸化膜の形成）

部材 2 1 のガス噴出孔分布密度を SiH_4 噴出孔、 O_2 噴出孔のいずれもについても中央部は $0.05 \text{ 個}/\text{cm}^2$ とし、周辺部へ向かって次第に増加させ、周辺部では $0.1 \text{ 個}/\text{cm}^2$ とした。その他の点は実験例 2 の 2 と同様にしてシリコン酸化膜を形成した。

【0 0 5 9】

実験例 3 の 1（シリコン窒化膜の形成）

被成膜物品：N型シリコンウエハー（サイズ 直径 4 インチ）

使用ガス： SiH_4 1 0 0 s c c m

NH_3 2 5 0 s c c m

1 系統導入管で導入（図 1 の導入管 2 3）

部材 2 1 のガス噴出孔 2 1 0 a：内径 0.7 m m

部材 2.1 のガス噴出孔分布密度：全体に均一に $0.1 \text{ 個}/\text{cm}^2$

プラズマ励起用電力：6 0 M H z の高周波電力

電極 4 1 で空間 S P 周囲から導入

空間 S P のガス圧：2.5 P a

膜形成温度：4 0 0℃

形成膜厚：1 0 0 n m（膜形成速度 5 0 n m／分）

【0 0 6 0】

実験例 3 の 2（シリコン窒化膜の形成）

部材 2 1 のガス噴出孔分布密度を中央部 $0.05 \text{ 個}/\text{cm}^2$ とし、周辺部へ向かって次第に増加させ、周辺部では $0.1 \text{ 個}/\text{cm}^2$ とした以外は実験例 3 の 1 と同様にしてシリコン窒化膜を形成した。

【0 0 6 1】

比較実験例 3（シリコン窒化膜の形成）

被成膜物品：N型シリコンウエハー（サイズ 直径 4 インチ）

使用ガス：SiH₄ 100 s c c m

NH₃ 250 s c c m

1 系統導入管で導入（図 1 の導入管 2 3）

部材 2 1 のガス噴出孔 2 1 0 a：内径 0.7 mm

部材 2 1 のガス噴出孔分布密度：全体に均一に 0.1 個 / c m²

プラズマ励起用電力：60 MHz の高周波電力

ガス噴出用部材 2 1 から導入

空間 S P のガス圧：30 Pa

膜形成温度：400℃

形成膜厚：100 nm（膜形成速度 50 nm / 分）

【0062】

実験例 1 の 1 と比較実験例 1 のシリコン膜をラマン分光分析装置で評価した。比較実験例 1 のシリコン膜は 480 c m⁻¹ 付近にブロードなピークが出てアモルファスであることがわかったのに対し、実験例 1 の 1 のシリコン膜は 480 c m⁻¹ 付近にブロードなピークがあるものの、520 c m⁻¹ 付近に結晶化を示すピークが確認された。比較実験例 1 の膜はアモルファス膜であるのに対して、実験例 1 の 1 では結晶性シリコン膜が得られていることがわかる。

【0063】

実験例 2 の 1 と比較実験例 2 のシリコン酸化膜上にアルミニウム（Al）を蒸着し、MOS 構造にして C-V 特性及び I-V 特性を評価した。比較実験例 2 のシリコン酸化膜はフラットバンド電圧が -3.2 V、界面準位密度が 1 × 10¹² / c m² e V、絶縁破壊電圧が 6.7 MV / c m であったのに対し、実験例 2 の 1 のシリコン酸化膜ではフラットバンド電圧が -0.2 V、界面準位密度が 5 × 10¹¹ / c m² e V、絶縁破壊電圧が 8.1 MV / c m であった。実験例 2 の 1 の膜の方が低欠陥高品質膜であることが確認された。

【0064】

実験例 3 の 1 と比較実験例 3 のシリコン窒化膜上にアルミニウム（Al）を蒸着し、MOS 構造にして C-V 特性を評価した。比較実験例 3 の膜はフラットバンド電圧が -4.1 V であったのに対し、実験例 3 の 1 の膜ではフラットバンド

電圧が -1.0 V であった。実験例 3 の 1 の膜の方が低欠陥高品質膜であることが確認された。

【 0 0 6 5 】

実験例 1 の 1、実験例 2 の 1、実験例 2 の 2 及び実験例 3 の 1 では部材 2 1 のガス噴出用面部 2 1 0 におけるガス噴出孔の分布密度及び孔開口面積を一様なものとしたが、前記実験例 1 の 2、実験例 2 の 3、実験例 3 の 2 のように、孔開口面積は一定としたままであるがガス噴出孔の分布密度を、シリコン膜の形成においてはガス噴出用面部 2 1 0 における中央領域から周辺領域に向けて減少させ、酸化シリコン膜の形成においてはガス噴出用面部における中央領域から周辺領域に向けて増加させ、窒化シリコン膜の形成においてはガス噴出用面部における中央領域から周辺領域に向けて増加させ、その他の条件は実験例 1 の 1、実験例 2 の 2、実験例 3 の 1 と同様にして膜形成してみたが、膜厚均一性良好な各膜が形成された。

【 0 0 6 6 】

実験例 1 の 1 のシリコン膜及び実験例 1 の 2 のシリコン膜の膜厚均一性を評価したところ、図 3 に示す結果を得た。図 3 において横軸は被膜形成ガラス基板（ $600\text{ mm} \times 720\text{ mm}$ ）の中心から一つの基板コーナー方向への距離を示しており、縦軸は最大膜厚を 100 としたときの相対膜厚を示している。ガス噴出孔分布密度が全体に均一である実験例 1 の 1 では基板中心から 250 mm 程度までは略均一であるが、そこから基板周辺部に行くにしたがい膜厚が大きくなり全体の膜厚均一性は $\pm 9.8\%$ であった。一方、ガス噴出孔の分布密度を変化させた実験例 1 の 2 では、全体にわたって膜厚は略均一であり、膜厚均一性は $\pm 3.8\%$ と向上している。このように、シリコン膜形成ではガス供給量を被膜形成基板の中心から端に行くにしたがい減少させることで膜厚均一性を向上させ得ることが分かる。なお、実験例 1 の 2 では、ガス供給量の増減をガス噴出口の数（分布密度）で調整したが、ガス噴出孔の分付密度に代えて、或いはガス噴出孔の分付密度と共にガス噴出孔の開口面積の調整により行ってもよい。

【 0 0 6 7 】

また、実験例 2 の 2 のシリコン酸化膜及び実験例 2 の 3 のシリコン酸化膜の膜

厚均一性を評価したところ、図 4 に示す結果を得た。図 4 において横軸は被膜形成ガラス基板（6 0 0 m m × 7 2 0 m m）の中心から一つの基板コーナー方向への距離を示しており、縦軸は最大膜厚を 1 0 0 としたときの相対膜厚を示している。ガス噴出孔分布密度が全体に均一である実験例 2 の 2 では基板中心から基板周辺部に行くにしたがい膜厚が小さくなり全体の膜厚均一性は± 1 6 . 0 %であった。一方、ガス噴出孔の分布密度を変化させた実験例 2 の 3 では、全体にわたって膜厚は略均一であり、膜厚均一性は± 3 . 9 %と向上している。このように、シリコン酸化膜形成ではガス供給量を被膜形成基板の中心から端に行くにしたがい増加させることで膜厚均一性を向上させ得ることが分かる。なお、実験例 2 の 3 では、ガス供給量の増減をガス噴出口の数（分布密度）で調整したが、ガス噴出孔の分付密度に代えて、或いはガス噴出孔の分付密度と共にガス噴出孔の開口面積の調整により行ってもよい。

【 0 0 6 8 】

実験例 3 の 1 と 3 の 2 のシリコン窒化膜についても膜厚分布はシリコン酸化膜と同様の傾向を示し、ガス供給量を被膜形成基板の中心から端に行くにしたがい増加させることで膜厚均一性を向上させることができた。

【 0 0 6 9 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によると、排気装置により排気減圧可能な真空容器内へガス供給装置から供給される膜形成用ガスに電力印加装置から電力を印加して該ガスをプラズマ下し、該プラズマのもとで該真空容器内に配置した被膜形成物品上に薄膜を形成する薄膜形成装置であって、プラズマ電位の増大を招かないでプラズマ密度を向上させて高速で良質の薄膜を形成できる薄膜形成装置及び該装置を用いてプラズマ電位の増大を招かないでプラズマ密度を向上させて高速で良質の薄膜を形成する薄膜形成方法を提供することができる。

また本発明によると、かかる薄膜形成装置及び薄膜形成方法であって、膜厚均一性良好な薄膜を形成できる装置及び方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る薄膜形成装置の 1 例の構成を概略的に示す図である。

【図 2】

図 1 に示す装置におけるガス分散用パイプ及び電力印加用電極の配置状態を平面から見た図である。

【図 3】

実験例 1 の 1 と実験例 1 の 2 のシリコン膜の膜厚均一性の評価結果を示す図である。

【図 4】

実験例 2 の 2 と実験例 2 の 3 のシリコン酸化膜の膜厚均一性の評価結果を示す図である。

【符号の説明】

- 1 真空容器
- 2 ガス供給装置
 - 2 1 ガス噴出用部材
 - 2 2 ガス供給部
 - 2 3、2 4 ガス導入管
 - 2 1 0 ガス噴出用面部
 - 2 1 1 面部 2 1 0 を含む部材
 - 2 1 2 カバー部材
 - 2 1 0 a、2 1 0 b ガス噴出孔
 - 2 1 1 S 部材 2 1 1 内のガス分散用空間部
 - 2 1 2 S カバー部材 2 1 2 に覆われた空間部
 - 2 1 1 a、2 1 2 a ガス案内管
 - 2 1 2' ガス案内部材
 - 2 1 3 ガス分散用パイプ
- 3 排気装置
 - 3 1 排気路
- 4 電力印加装置
 - 4 1 電力印加用電極

4 2 高周波電源

5 支持部材

5 1 ヒータ

5 2 ピストンシリンダ装置

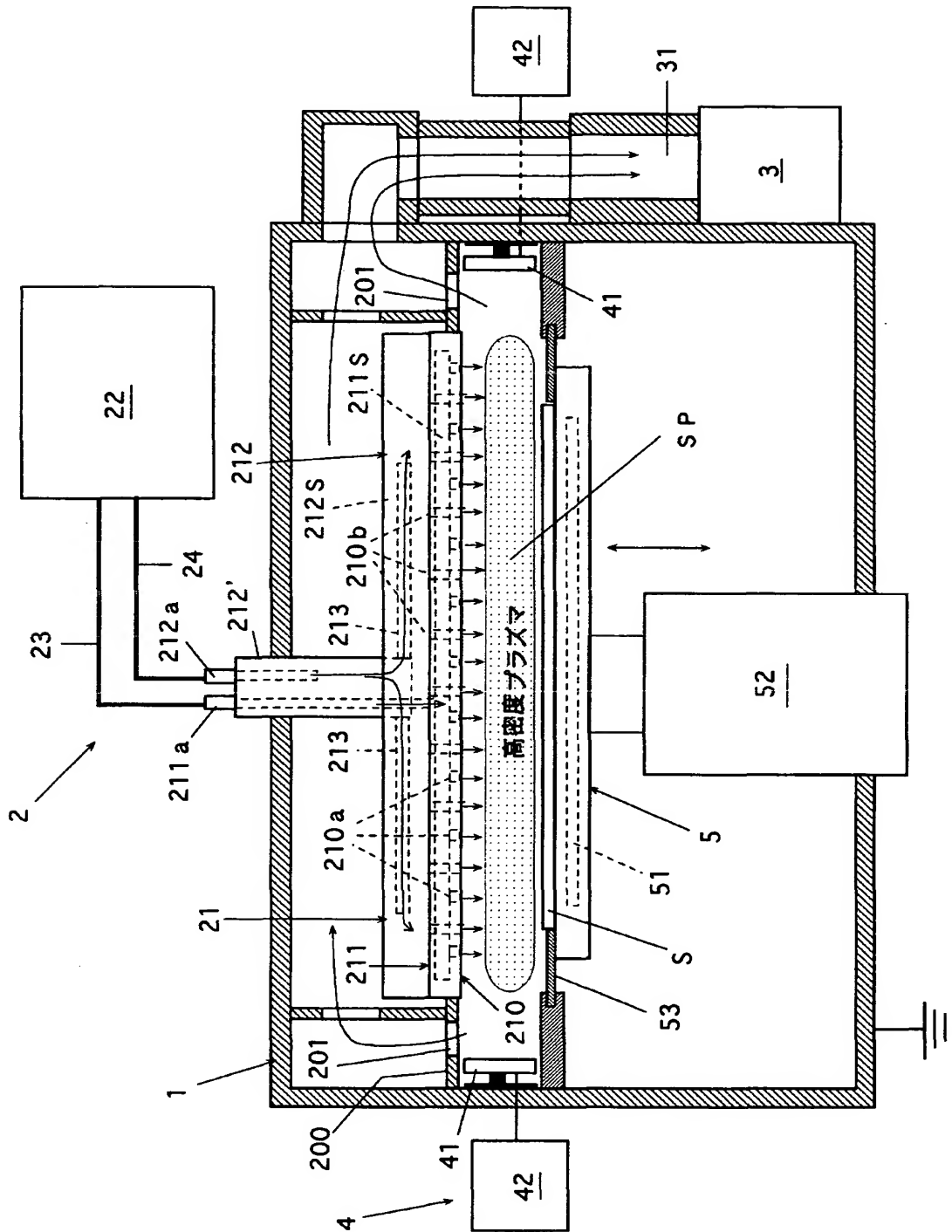
5 3 リング状部材

S P プラズマを形成する空間

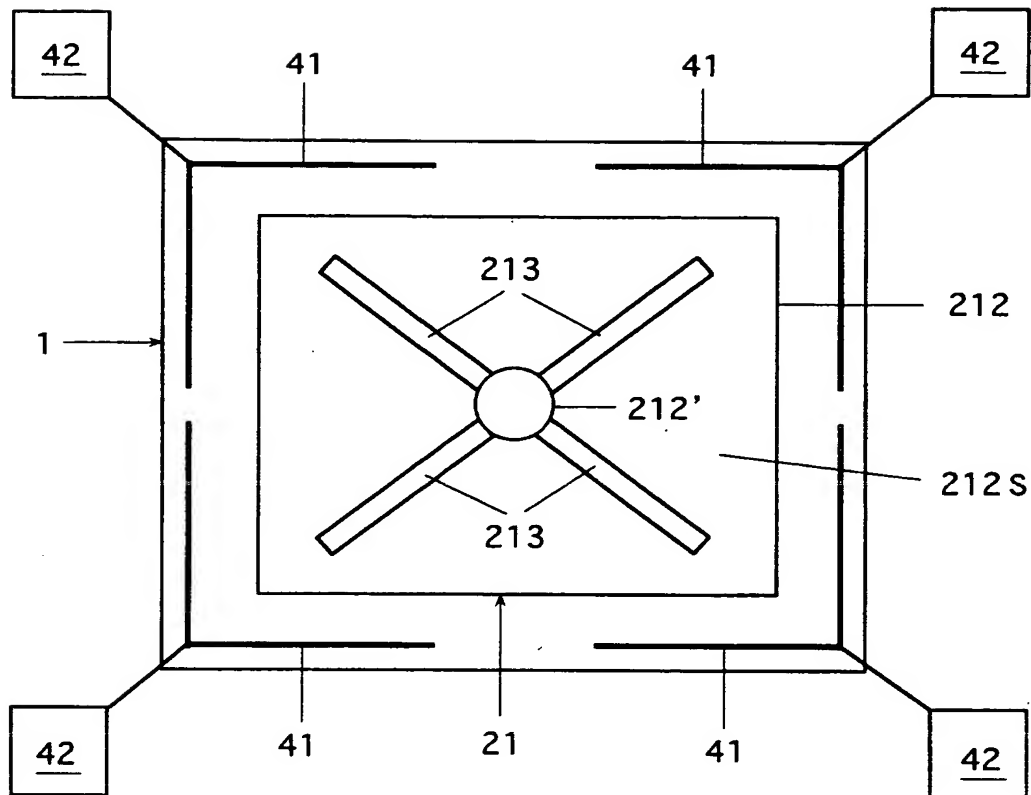
S 被膜形成基板（被膜形成物品の 1 例）

【書類名】 図面

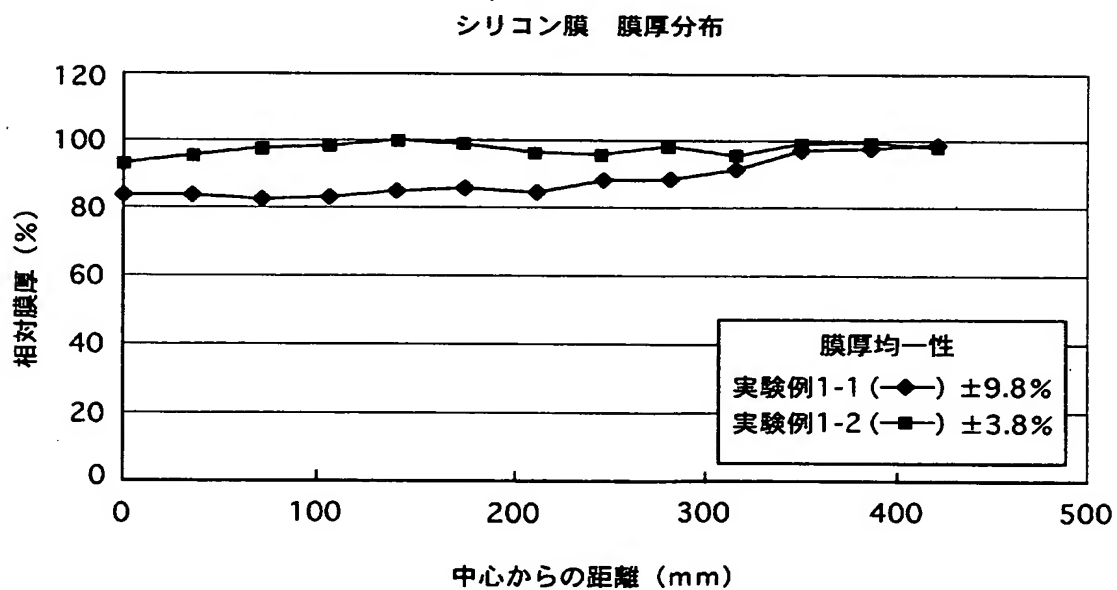
【図 1】



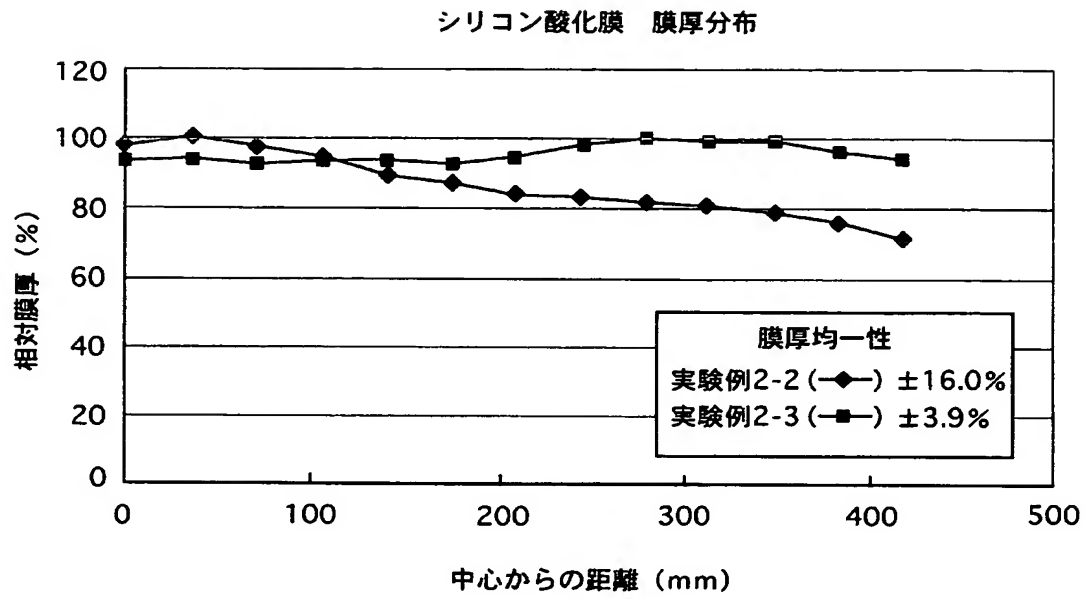
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマ電位の増大を招かないでプラズマ密度を向上させて高速で良質の且つ膜厚均一性良好な薄膜を形成する。

【解決手段】 排気装置 3 により排気減圧可能の真空容器 1 内へガス供給装置 2 から供給される膜形成用ガスに電力印加装置 4 から電力を印加して該ガスをプラズマ下し、該プラズマのもとで容器 1 内に配置した物品 S 上に薄膜を形成する。ガス供給装置 3 は物品 S の膜形成対象面に対向するガス噴出用面部 2 1 0 を有するガス噴出用部材 2 1 を有しており、電力印加装置 4 は容器 1 内に設置された電力印加用電極 4 1 を有しており、ガス噴出用部材 2 1 はそのガス噴出用面部 2 1 0 に分散形成された複数のガス噴出孔 2 1 0 a、2 1 0 b を有しており、電極 4 1 は物品 S とこれに対向するガス噴出用面部 2 1 0 間の空間 S P に対し該空間周囲領域から対向するように設置されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003942]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府京都市右京区梅津高畝町47番地
氏 名	日新電機株式会社